

APLIKASI PENILAIAN POSISI KARATE MENGGUNAKAN SENSOR KINECT

Hoky Ajicahyadi¹⁾ Jusak²⁾ Anjik Sukmaaji³⁾

S1/Jurusan Sistem Informasi

STMIK Stikom Surabaya

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

email: 1) hoky.ajicahyadi@gmail.com , 2) jusak@stikom.edu , 3) anjik@stikom.edu

Abstract:

Kihon is the fundamental knowledge which is important to learn Karate. Kihon consists of stances, punches, and kicks. In traditional learning environment, Karate teachers have difficulty in monitoring student position in learning Karate. This paper present an approach to overcome this problem by using Kinect sensor data to capture student position then compare the elevation degree of selected joint. As a result, we developed an application that could measuring body position compared to stored model position. By using skeleton stream which has vector data, we can estimate the angle between two vector and save it as reference for further assessment with user model. This application has accuracy rate of 83% for performing above mentioned task.

Keywords : Karate, kihon, Kinect, body position

Karate merupakan salah satu dari sekian banyak ilmu bela diri yang diminati di Indonesia. Berbagai sekolah Karate didirikan untuk mengajarkan ilmu bela diri ini ke banyak orang mulai dari anak kecil sampai orang dewasa. Dalam proses pembelajarannya, sekumpulan murid dengan tingkat yang sama dikumpulkan untuk latihan bersama, cara ini bisa kita sebut dengan cara tradisional. Cara ini memerlukan tatap muka antara murid dan pengajar secara fisik dalam prosesnya. Mereka melakukan serangkaian gerakan yang berulang-ulang untuk melatih gerakan dasar dan juga serangkaian jurus. Bagi murid tingkat rendah, gerakan dasar atau yang lebih dikenal dengan istilah *kihon* merupakan *fundamental* yang harus dimengerti sepenuhnya. *Kihon* merupakan dasar dari seluruh gerakan Karate yang akan diajarkan terus di tingkat selanjutnya, dimana sampai jenjang paling tinggi pun karatekawan tetap harus melatih teknik dasar mereka.

Bagi seorang murid yang melakukan latihan bersama dengan murid lainnya, kadangkala mereka melakukan beberapa gerakan yang kurang sepadan satu sama lain. Dalam kenyataannya mereka akan dikoreksi oleh guru mereka sehingga mereka melakukan gerakan maupun posisi yang benar. Namun begitu jumlah murid mencapai jumlah tertentu, seorang *sempai* (sebutan guru karate) akan kesulitan dalam memeriksa posisi tubuh mereka masing-masing. Beberapa hal yang perlu dikoreksi adalah posisi badan, tangan dan kaki.

Seiring dengan perkembangan, ada dua *learning environments* yang dapat diterapkan dalam pembelajaran karate selain *traditional group*, yaitu melalui *video* dan *Virtual Reality* (VR) dimana kedua *environment* ini tidak memiliki pengaruh negatif yang signifikan dalam proses penyampaian informasi dibandingkan dengan *traditional group* dalam belajar Karate (Burns, et al., 2011). Komura *et al.* (2006) menyimpulkan perkembangan proses belajar ini

akan mengarah ke *e-learning martial arts* yang dalam pelaksanaannya siswa akan menghadapi kesulitan dengan tidak adanya pelatih yang memberikan *feedback* baik berupa penilaian dan saran pada proses pembelajaran tersebut.

Sensor *Kinect* merupakan sebuah teknologi ciptaan Microsoft yang dapat mendeteksi *human gesture* untuk berbagai keperluan, mulai dari alat pengontrol menggunakan gerakan tubuh, pendidikan, permainan, dan juga rehabilitasi. Sensor ini mampu untuk mendeteksi pergerakan manusia berdasarkan *skeleton tracking* yang mampu mendeteksi bentuk tubuh manusia menggunakan *depth sensor* dan kamera RGB.

Dengan memanfaatkan kemampuan sensor *Kinect* dalam mendeteksi posisi tubuh manusia, dapat dibuat sebuah aplikasi untuk menilai posisi tubuh. Aplikasi ini dapat digunakan untuk membantu murid-murid karate yang dalam proses pembelajaran *karate*.

METODE

A. Proses Penyimpanan Hasil Pembacaan Sensor *Kinect*

Microsoft merilis *Kinect for Windows SDK* untuk membantu pengembangan berbagai aplikasi yang ingin menggunakan sensor *Kinect*. *Skeletal tracking* merupakan salah satu kelas dari SDK ini yang memungkinkan aplikasi dapat menerjemahkan data mentah dari sensor *Kinect* yang mampu untuk mendeteksi persendian tubuh pengguna dan melacak pergerakan persendian tersebut dari waktu ke waktu (Catuhe, 2012). Data tersebut terdiri dari data RGB dan *depth* yang mengalir dari *frame* ke *frame*. Dari data *skeletal tracking* tersebut akan diproses sehingga derajat elevasi per sendi dapat diukur. Derajat per sendi inilah yang akan disimpan dalam satu frame waktu yang akan dibandingkan dalam proses berikutnya.

Data yang disimpan ke dalam basis data adalah data sudut vektor dari 12 persendian yang akan menjadi masukan dalam proses perbandingan selanjutnya. Sudut vektor ini didapat dari pengolahan data mentah *skeleton stream*. Sensor *Kinect* menghasilkan joint yang memiliki 3 nilai, yaitu koordinat i, j , dan k yang dapat digunakan untuk menghitung sudut antara dua persendian yang berupa data vektor.

$$\cos \theta = \frac{X.Y}{|X||Y|} \quad (1)$$

Keterangan:

θ : derajat sudut

X : nilai i, j , dan k vektor pertama

Y : nilai i, j , dan k vektor kedua

|X|: panjang vektor pertama

|Y|: panjang vektor kedua

Persamaan satu adalah formula untuk menghitung nilai kosinus sudut dari vektor. Dari nilai kosinus ini kita dapat mengetahui nilai derajat sudut θ . Dari nilai 3 koordinat yang didapat dari *skeleton stream*, akan dilakukan beberapa operasi untuk menghitung panjang vektor yang didapat dari perhitungan $\sqrt{i^2 + j^2 + k^2}$. Operasi selanjutnya adalah hasil perkalian dari a.b yang didapat dari $x_i y_i + x_j y_j + x_k y_k$. Dari proses pencarian sudut vektor dengan menggunakan persamaan 1 akan dihasilkan derajat per joint yang diproses secara *realtime* yang ditampilkan dalam program yang selanjutnya akan disimpan dalam basis data.

B. Proses Penilaian dengan Membandingkan Data

Selanjutnya akan dilakukan proses penilaian posisi tubuh menggunakan data sendi model yang disimpan dengan data sendi pengguna. Proses perbandingan ini berjalan dengan bantuan basis data dimana data model dan data akuisisi berada di basis data. Proses perbandingan ini dilakukan dengan cara mencari rata-rata persentase selisih sudut elevasi dari 12 persendian. 12 persendian ini adalah pasangan sendi bahu, lengan, pergelangan tangan, pinggul, lutut dan pergelangan kaki dari tubuh pengguna. 3 *joint* hasil *skeletal tracking* yang tidak digunakan dalam aplikasi ini adalah *center shoulder*, *center hip*, dan *spine* mengingat 3 *joint* tidak memberikan kontribusi yang signifikan dalam rancangan proses penilaian posisi tubuh.

$$\bar{x} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} (100\% - \left(\frac{\Delta_j}{j_1} \times 100\%\right)) \quad (2)$$

Keterangan:

j_1 : derajat elevasi sendi model

j_2 : derajat elevasi sendi pengguna

Δ_j : selisih antara j_1 dan j_2

Persamaan 2 adalah proses perhitungan untuk mencari nilai dari tingkat keakurasian data sendi dari model dengan data sendi yang didapat. J adalah derajat persendian dimana $j1$ adalah derajat persendian model dan $j2$ adalah derajat persendian pengguna aplikasi. Hasil penilaian ini tidak menunjukkan tingkat keakurasian pendeteksian *skeleton* oleh sensor *Kinect* melainkan tingkat keakurasian data model dengan data yang didapat.

Keakurasian sensor *Kinect* sendiri telah dibahas oleh Obdrzalek, Kurillo, dkk dalam sebuah jurnal berjudul “*Accuracy and robustness of Kinect pose estimation in the context of coaching of elderly population*” dimana mereka melakukan penelitian dengan tujuan membandingkan hasil keakurasian *Kinect* dalam proses *human pose estimation* dengan menggunakan 3 alat yang berbeda, yaitu sensor *Kinect*, *PhaseSpace Recap* dan *Autodesk MotionBuilder*. Hasil dari perbandingan menunjukkan bahwa keakurasian sensor *kinect* berkurang ketika objek tidak menghadap secara frontal ke arah sensor dan *kinect* lebih mudah melacak tubuh manusia dalam postur normal seperti berdiri dan menggerakkan lengan dimana dalam postur umum sensor *kinect* memiliki variasi estimasi sebesar 10 sentimeter.

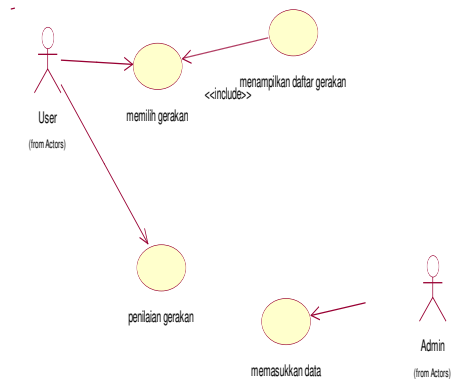
C. Penggunaan Perintah Suara

Perintah suara diperlukan dalam pengembangan aplikasi ini mengingat pengguna aplikasi akan melakukan gerakan-gerakan *karate*. Perintah suara ini didasarkan atas sebuah kamus kata yang disimpan dalam sebuah *extensible markup language* dengan standar dari W3C dalam *Speech Recognition Grammar Specification Version 1.0*. W3C menjelaskan mengenai sintaks untuk mewakili tata bahasa yang digunakan dalam pengenalan suara sehingga pengembang aplikasi dapat menentukan kata-kata dan pola dari kata-kata tersebut untuk disimak oleh *speech recognizer* dalam standar ini.

Sensor *Kinect* dilengkapi dengan mikrofon yang dapat digunakan dalam proses pengenalan perintah suara. Untuk membaca kamus data yang berisi perintah suara dalam *file xml*, digunakan Microsoft *Speech Platform*. Perintah suara yang terdeteksi akan diproses oleh *speech platform* menuju aplikasi yang akan menjalankan perintah dalam blok kode program.

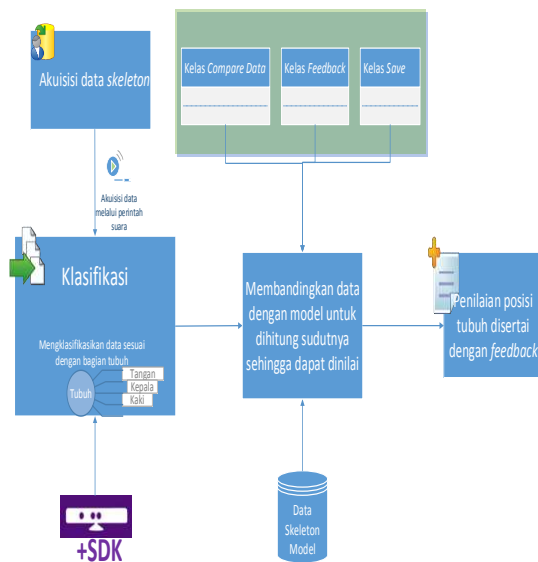
Sensor *Kinect* memiliki kemampuan untuk mendeteksi pergerakan tubuh manusia melalui pendeteksian 20 persendian tubuh manusia. 20 persendian ini merupakan hasil pengolahan digital signal processing yang dihasilkan sensor *Kinect*. Untuk dapat mengolah data mentah dari sensor *Kinect* dibutuhkan bantuan kelas-kelas yang ada dalam Microsoft *Kinect Software Development Kit*. Proses pembuatan aplikasi ini menggunakan SDK versi 1.7.

Kegiatan-kegiatan utama dalam aplikasi yang dibangun secara garis besar tampak pada *use case* sistem pada Gambar 1.



Gambar 1. Use Case Sistem

Proses yang dilakukan aplikasi ini dapat dilihat dalam diagram blok pada Gambar 2. Secara singkat kegiatan-kegiatan utama dalam aplikasi ini adalah akuisi data, klasifikasi gerakan, membandingkan data model dengan data yang didapat, dan penilaian posisi.



Gambar 2. Diagram Blok Aplikasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah aplikasi berhasil dibuat dilakukan ujicoba di lapangan. Proses pertama yang perlu dilakukan adalah memasukkan data model karatekawan. Data model yang digunakan didapat dari karatekawan sabuk coklat. Karatekawan tersebut diminta untuk melakukan 24 sampel data posisi *Kihon* yang terdiri dari 11 kuda-kuda, 9 pukulan, dan 4 tendangan.

24 gerakan tersebut dipilih dengan mempertimbangkan bentuk tubuh akhir dari gerakan yang dapat diinterpretasikan *kinect* secara sederhana. Posisi tubuh yang tidak memungkinkan untuk dideteksi menggunakan sensor *Kinect* antara lain adalah posisi dimana dua atau lebih bagian tubuh saling menyilang. Permasalahan ini dapat diatasi dengan penggunaan 2 sensor *Kinect*. Solusi ini dipaparkan dalam sebuah jurnal berjudul "*Improved Skeleton Tracking by Duplex Kinects: A Practical Approach for Real-Time Applications*" oleh Yeung, Kwok, dkk. Hasil penggunaan dua buah sensor mampu meningkatkan keakurasian dari *skeleton tracking* sensor *kinect* terutama pada bagian tubuh yang saling silang.

Setelah data didapat, dilakukan uji coba ke karatekawan yang lain yang memiliki tingkat sabuk coklat. Karatekawan tersebut melakukan 10 kali gerakan tiap gerakan yang dijadikan

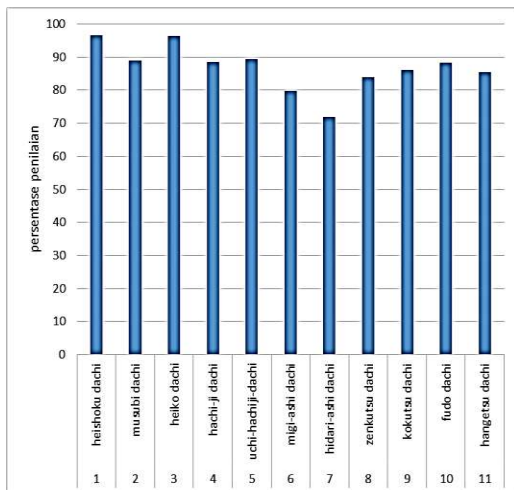
sampel data. Hasil dari uji coba ini tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rata-rata Penilaian pada Uji Coba

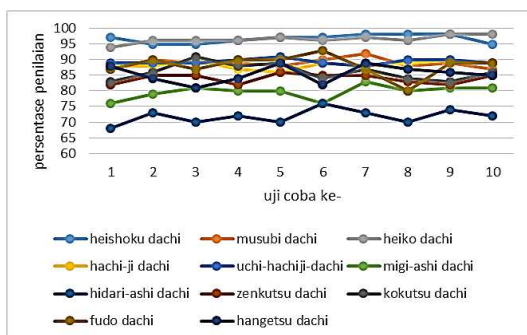
| No | Nama Gerakan | rata-rata |
|----|---------------------------|-----------|
| 1 | <i>heishoku dachi</i> | 96,6 |
| 2 | <i>musubi dachi</i> | 88,9 |
| 3 | <i>heiko dachi</i> | 96,4 |
| 4 | <i>hachi-ji dachi</i> | 88,4 |
| 5 | <i>uchi-hachiji-dachi</i> | 89,4 |
| 6 | <i>migi-ashi dachi</i> | 79,7 |
| 7 | <i>hidari-ashi dachi</i> | 71,8 |
| 8 | <i>zenkutsu dachi</i> | 84 |
| 9 | <i>kokutsu dachi</i> | 86,2 |
| 10 | <i>fudo dachi</i> | 88,2 |
| 11 | <i>hangetsu dachi</i> | 85,5 |
| 12 | <i>oi tsuki</i> | 91,8 |
| 13 | <i>gyako tsuki</i> | 79,4 |
| 14 | <i>mawashi tsuki</i> | 85 |
| 15 | <i>kizami tsuki</i> | 88,2 |
| 16 | <i>awase tsuki</i> | 91 |
| 17 | <i>hasami tsuki</i> | 90,7 |
| 18 | <i>otsohi tsuki</i> | 88,7 |
| 19 | <i>yoko tsuki</i> | 90,6 |
| 20 | <i>heiko tsuki</i> | 89 |
| 21 | <i>maeueri kekomi</i> | 59 |
| 22 | <i>yokogueri kekomi</i> | 66,7 |
| 23 | <i>yokogueri keage</i> | 57,9 |
| 24 | <i>maehiza gueri</i> | 79,4 |

Masing-masing gerakan dicoba sebanyak 10 kali dengan berusaha mempertahankan konsistensi posisi akhir tubuh. Kesulitan dialami ketika menguji gerakan tendangan yang mana sangat sulit untuk mempertahankan posisi tubuh agar dapat dinilai.

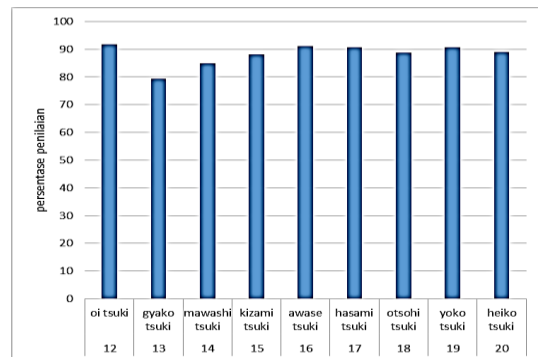
Sedangkan untuk kuda-kuda yang lebih condong memiliki posisi tubuh yang statis, hasil penilaian dengan menggunakan aplikasi ini memiliki nilai yang bagus. Dua kuda-kuda, yaitu *migi-ashi dachi* dan *hidari-ashi dachi* memiliki nilai yang rendah karena dilakukan penilaian secara terpisah sebanyak dua kali dimana masing-masing penilaian menilai segmen tubuh yang berbeda. Hasil uji coba penilaian untuk *dachi* tampak pada Gambar 3. Grafik batang pada Gambar 3 menggambarkan rata-rata penilaian per gerakan yang diuji.

Gambar 3. Grafik Rata-rata Penilaian *Dachi*

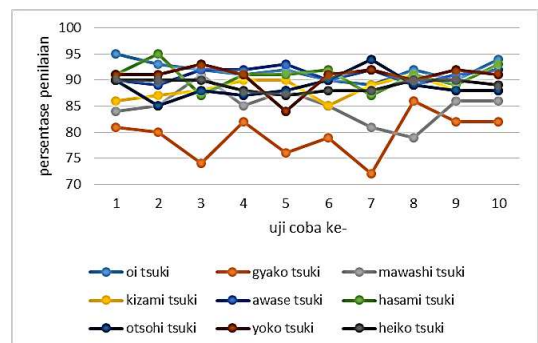
Detail dari 10 kali uji coba penilaian tampak pada Gambar 4. Grafik pada Gambar 4 menggambarkan hasil penilaian per uji coba dari uji coba pertama sampai ke sepuluh.

Gambar 4. Detail Grafik Rata-rata Penilaian *dachi*

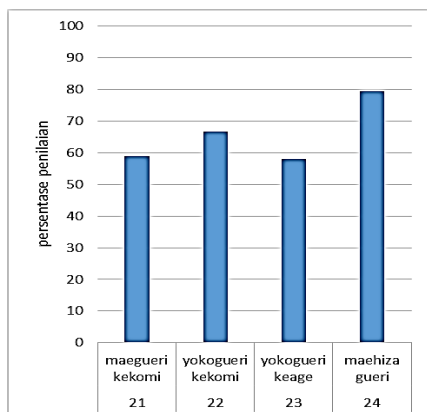
Hasil uji coba pada gerakan pukulan memiliki hasil di bawah posisi kuda-kuda, dimana keakurasian sensor *Kinect* berkurang karena pengambilan data dilakukan dengan keadaan pengguna tidak menghadap sensor *Kinect* secara frontal. Hasil uji coba penilaian untuk *tsuki* tampak pada Gambar 5. Grafik batang pada Gambar 5 menggambarkan rata-rata penilaian per gerakan yang diuji.

Gambar 5. Detail Grafik Rata-rata Penilaian *Tsuki*

Detail dari 10 kali uji coba penilaian *tsuki* tampak pada Gambar 6. Grafik garis pada Gambar 6 menggambarkan hasil penilaian per uji coba dari uji coba pertama sampai ke sepuluh.

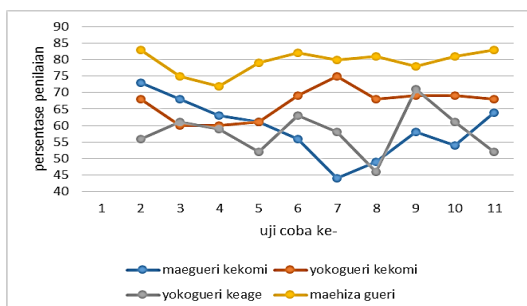
Gambar 6. Detail Grafik Rata-rata Penilaian *Tsuki*

Sedangkan untuk tendangan hanya diujicobakan dengan 4 tendangan. Empat tendangan ini dipilih sebagai sampel karena bentuk tubuh yang dihasilkan tergolong sederhana. Keempat hasil uji coba memiliki nilai dibawah 80%.



Gambar 7. Detail Grafik Rata-rata Penilaian Gueri

Gambar 8 menunjukkan detail penilaian gueri sebanyak 10 kali. Hasil dalam uji coba gueri memiliki tingkat variansi yang lebih tinggi. Hasil percobaan dari uji coba pertama sampai ke sepuluh memiliki nilai yang lebih fluktuatif.



Gambar 8. Detail Grafik Rata-rata Penilaian Gueri

RUJUKAN

Burns, A.-M., Kulpa, R., Durny, A., Spanlang, B., Slater, M., & Multon, F. 2011. *Using*

Virtual Humans and Computer Animations to Learn Complex Motor Skills : A Case Study in Karate. BIO Web of Conferences, halaman 1.

Catuhe, D. (2012). *Programming with the Kinect for Windows Software Development Kit*. Washington: Microsoft Press.

Komura, T., Lam, B., Lau, R. W., & Leung, H. 2006. *e-Learning Martial Arts: Advances in Web Based Learning*. International Conference on Web-based Learning, halaman 239-248.

Obdrzalek, S., Kurillo, G., Ofli, F., Bajcsy, R., Seto, E., Jimison, H., Pavel, M. 2012. *Accuracy and robustness of Kinect pose estimation in the context of coaching of elderly population*. Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2012 Annual International Conference of the IEEE , halaman 1188 &1193.

W3C. 2004. *Speech Recognition Grammar Specification Version 1.0*. (Online). (<http://www.w3.org/TR/speech-grammar/>, diakses 20 November 2013).

Weisstein, Eric W. "*Dot Product -- from Wolfram MathWorld*". Diambil kembali dari <http://mathworld.wolfram.com/DotProduct.html>, diakses 4 Februari 2014

Yeung, K. Y., Kwok, T. H., & Wang, C. C. 2013. *Improved Skeleton Tracking by Duplex Kinects: A Practical Approach for Real-Time Application*. Journal of Computing and Information Science in Engineering, halaman 13.